

Grondwater, kwaliteit en kwetsbaarheid

1. Waardering van het grondwater

Ons grondwater vormt een kostelijk bezit. Het houdt ons land groen en het levert een groot gedeelte van het benodigde drinkwater, alsmede water voor huishoudelijk en industrieel gebruik. Het is natuurlijk jammer dat de hoeveelheid grondwater die de planten voor ons overlaten onvoldoende is om geheel in de menselijke behoeften te voorzien. We zijn daardoor gedwongen ook naar andere bronnen uit te zien en het vooruitzicht dat wij in de toekomst zullen zijn aangewezen op een steeds groter



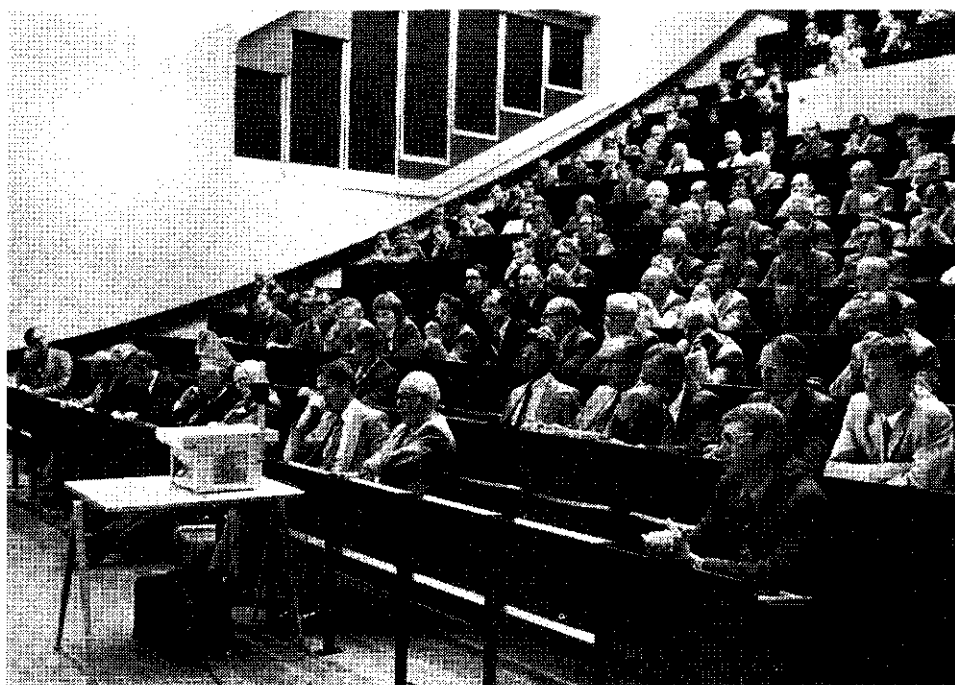
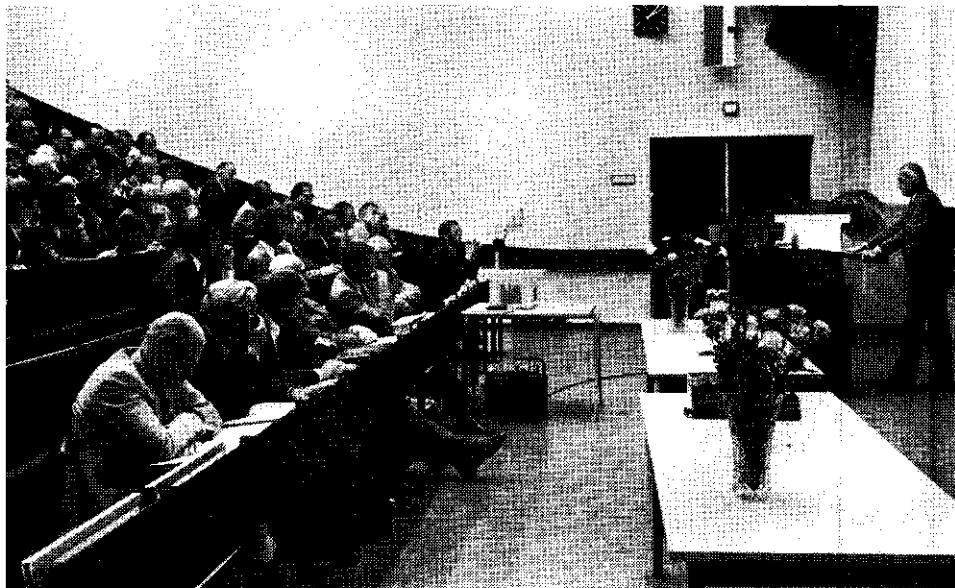
DR. C. O. SCHAEFFER

wordende hoeveelheid oppervlaktewater waarvan de kwaliteit belangrijk minder en de kwetsbaarheid aanzienlijk groter is dan die van het grondwater, is niet al te opwekkend.

Reden te meer om de kwaliteit van het beschikbare grondwater te waarderen en nauwlettend te bewaken!

In het algemeen is die waardering er wel. Een mooie put is iets waarmee je voor den dag kunt komen en waaraan je je zelfs kunt hechten. Voor sommigen is die hechting zelfs zo sterk, dat ze zich het goede putwater laten nazenden. Zo wordt verhaald dat koning Lodewijk Napoleon, toen hij in Den Haag resideerde, drinkwater liet halen uit een put op de Utrechtse Mariaplaats. Merkwaardigerwijs was de kwaliteit van dit putwater naar onze maatstaven vrij slecht; 's konings gezondheid zou waarschijnlijk meer gebaat geweest zijn met het gebruik van het dichterbij huis verkrijgbare Haagse duinwater. Maar wat van ver komt is nu eenmaal lekkerder en Lodewijks smaak ging kennelijk uit naar het speciale aroma van het verontreinigde Utrechtse water. Van enige schadelijke gevolgen van 's konings voorkeur is trouwens niets bekend.

Dit laatste is helaas wél het geval met de Londense dame die lang in Broad Street had gewoond en de kwaliteit van het water uit de Broad Street Pump in die mate waardeerde, dat ze ook na haar verhuizing naar een ander stadsdeel haar drinkwater uit die pomp bleef betrekken. Het droeve resultaat daarvan was dat ze, als enige in haar wijk, als slachtoffer viel van de cholera-epidemie die in 1854 in de omgeving van Broad Street woedde. Haar dood leverde belangrijk materiaal voor de studie van John Snow, die onweerlegbaar



kon bewijzen dat cholera een 'waterborne disease' is.

2. Waarborgen voor de hygiënische betrouwbaarheid

De Broad Street Pump brengt ons op de vraag naar de hygiënische betrouwbaarheid van ons grondwater. Dat ondiep zakwater, zoals het door die pomp werd geleverd, dikwijls zwaar is verontreinigd, is wel genoegzaam bekend. Met het diepere water is het echter anders gesteld. Vooral bij een vergelijking met het in ons land beschikbare oppervlaktewater komt het diepere grondwater er bijzonder gunstig af. Anders dan het onbeschermd oppervlaktewater staat dit grondwater niet voortdurend bloot aan verontreinigingen van allerlei aard; het heeft bovendien een meer konstante samenstelling en ook een vrijwel konstante temperatuur. Deze eigenschappen maken het grondwater tot een waardevolle bron voor onze drinkwatervoorziening.

Het vertrouwen in de kwaliteit van het Nederlandse grondwater is groot en dat vertrouwen is in het algemeen terecht. Toch zijn ook hier wel enkele minder gunstige omstandigheden die wij niet uit het oog mogen verliezen. Misschien ben ik in dit opzicht wat te zwaartillend maar dat komt dan waarschijnlijk omdat ik mijn watertechnologische ervaringen hoofdzakelijk in het toenmalige Nederlands Indië heb moeten opdoen. Behalve het bruin-troebele kaliwater gebruikten we daar voor de drinkwatervoorziening veel grondwater, dat als krachtige stralen uit bronnen op de berghellingen vloeide of als artesisch water

met een positieve stijghoogte uit de vlakke opweldde.

Zo werd het drinkwater voor het oude Batavia geleverd door diepe artesische putten. Dit was ook het geval met het zuidelijk gedeelte van Bandung, terwijl de noordelijke wijken van deze stad werden gevoed met bronwater afkomstig van de hellingen van de Tangkuban Prahū. Bij mijn eerste praktische instructie werd mij daar toen bijgebracht dat grondwater slechts als hygiënisch betrouwbaar mocht worden beschouwd wanneer de watervoerende formatie door afsluitende lagen deugdelijk was beschermd tegen verontreinigingen uit meer oppervlakkig gelegen aardlagen. Bovendien diende het water in de aquifer onder een zekere overdruk te staan die eveneens het indringen van verontreinigingen belette. Wenselijk was tenslotte ook de afwezigheid van bewoning in het infiltratiegebied, dat bij voorkeur niet, of weinig, gekultiveerd moest zijn. Grote waarde werd dus gehecht aan de aanwezigheid van *statische barrières* die langs mechanische weg (afsluiting, overdruk) een verontreiniging van het grondwater moesten beletten.

Letten we thans op de Nederlandse situatie dan moeten we konstateren dat

- deugdelijk afsluitende lagen hier zeldzaam zijn;
- boven het maaiveld opspuitend grondwater hier onbekend is;
- de infiltratiegebieden deel uitmaken van een der dichtst bevolkte streken ter wereld met een intensieve landbouw en nijverheid.

Volgens 'koloniale' maatstaven zou ons grondwater dus wel bijzonder onbetrouwbaar moeten zijn!

De verklaring van deze paradox schuilt in de verschillen in structuur van de Indische en de Nederlandse bodem. Voor iemand, die tijdens een Oostmoesson de diepe barsten en spleten in de uitgedroogde tropische laterietgronden heeft waargenomen, is het duidelijk dat een dergelijke formatie nooit de bescherming kan bieden van het dikke pakket van fijnkorrelige zanden dat in Nederland wordt aangetroffen. Deze zanden vormen een voortreffelijk filtermateriaal dat allerlei ongerechtigheden langs fysische, chemische en biologische weg tegenhoudt en elimineert.

Van het aardoppervlak inziend zakwater wordt niet langs mechanische weg buiten de watervoerende laag gehouden, maar door diverse processen van zijn verontreiniging bevrijd. De kwaliteit van het Nederlandse grondwater wordt dus niet gewaarborgd door de aanwezigheid van statische barrières maar door tal van zuiveringsprocessen die zich in de bodem afspelen en aldus als een *dynamische barrière* fungeren. Zo gezien is de Nederlandse bodem eigenlijk één groot meerlagig biologisch droogfilter dat zijn taak op voortreffelijke wijze vervult.

3. Biochemische processen in de bodem

Het zal u bekend zijn dat de biologische afbraakprocessen zich in hoofdzaak in de allerbovenste, zuurstofhoudende bodemlagen afspelen. Ongewenste microben worden daar geëlimineerd terwijl gelijktijdig een afbraak plaats vindt van organische en stikstofhoudende verbindingen tot kool-dioxyde en nitraat.

Wanneer in diepere lagen de zuurstof is verbruikt komt dit proces vrijwel tot stilstand. In sulfaat- en nitraathoudend water gaat de mineralisatie echter verder. De sulfaten gaan daarbij over in sulfiden, terwijl nitraat weer tot ammonium kan worden gereduceerd. Het is echter eveneens mogelijk dat denitrifikatie optreedt waarbij het reductieproduct bestaat uit elementaire stikstof die als gas ontwijkt.

4. Fysico-chemische processen in de bodem

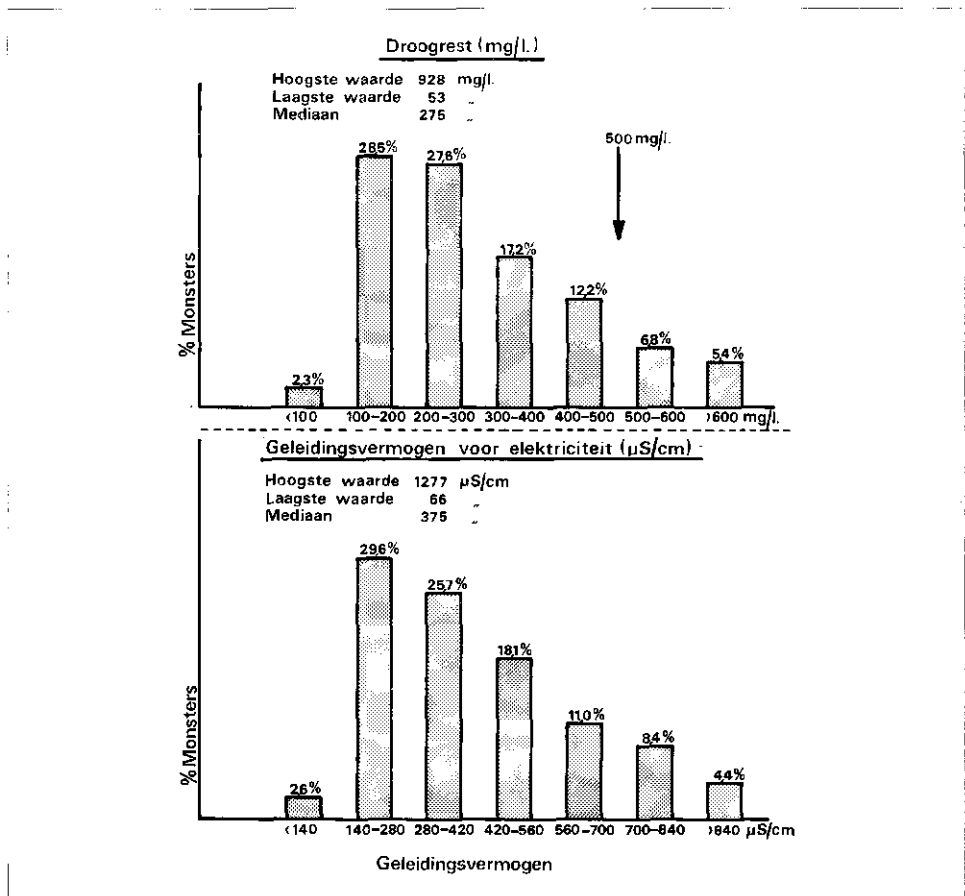
Bij de passage door de bodem voltrekken zich in het water niet alleen biochemische maar ook fysico-chemische processen. Chemische bestanddelen kunnen door de bodemdeeltjes aan het water worden onttrokken door filtratie en adsorptie; uitwisseling van ionen kan eveneens plaatshebben [1]. De bodem heeft daardoor een zekere opslagcapaciteit, zoals o.m. is gebleken bij onderzoeken over het gedrag van bestrijdingsmiddelen en radio-actieve



nucliden. Deze opslagcapaciteit is groot maar toch niet onbegrensd. Voor verbindingen zoals sommige bestrijdingsmiddelen, die in de bodem meer of minder snel worden omgezet of afgebroken, vormt deze begrenzing geen probleem; persistente stoffen zullen echter bij een lang aanhoudende belasting op den duur naar de watervoerende laag migreren.

Stoffen die niet op een of andere wijze door de bodem worden gebonden zullen rechtstreeks naar het grondwater overgaan. Dit is bijv. het geval met het verzilting veroorzakende natriumchloride en er moet rekening mee worden gehouden dat onder de duizenden verbindingen, die thans door de chemische industrie worden samengesteld en zich vervolgens in het milieu verspreiden, stoffen voorkomen waarmee dit ook het geval zal zijn. Is een dergelijke stof bovendien fysiologisch actief dan wordt de drinkwatervoorziening bedreigd. In al deze gevallen gaat het om opname van verontreinigingen die afkomstig zijn van het aardoppervlak. Het is echter ook mogelijk dat het in de grond dringende water bestanddelen uit de bodem opneemt. Dit kan zo ver gaan, dat zgn. mineraalwater ontstaat. Aan dergelijk mineraalwater, dat door zijn smaak of uiterlijk niet meer als drinkwater mag worden beschouwd, wordt van oudsher een geneeskrachtige werking toegeschreven. Verscheidene bloeiende badplaatsen danken hun bestaan aan het geloof in de heilzame werking van deze zoutrijke wateren [2].

Bij de magie van de mineraalwateren behoeven we echter niet stil te staan omdat ze in ons land hoofdzakelijk als formatiewater voorkomen. Toch heeft het een enkele keer wel geleken, dat ook Nederland een 'Kurort' rijk zou worden. Ik herinner in dat verband aan de tragikomies van het Haarlemse brongebouw en het meertje van Rockanje. Speciale stoffen die het Nederlandse grondwater uit de bodem kan opnemen zijn o.m. keukenzout, organische verbindingen, ammonium, calcium, ijzer en mangaan. Het zoutbezwaar in de kustprovincies maakt het grootste gedeelte van het daar aanwezige grondwater ongeschikt voor consumptie. Organische stof en ammoniumverbindingen kunnen restanten zijn van een onvolledige biologische afbraak van in het water aanwezige verontreinigingen, maar meestal zijn ze door het grondwater uit veenlagen opgenomen. Calcium, ijzer en mangaan zijn typische bodembestanddelen. Calcium gaat in oplossing wanneer kalkagressief water in aanraking komt met in de bodem aanwezig calciumcarbonaat. En tenslotte worden ijzer en mangaan gemakkelijk door zuurstofvrij water opgenomen.



Afb. 1 - Droogrest en geleidingsvermogen voor elektriciteit van het grondwater van 220 pompstations. (Onderzoek RIV 1975.)

5. Samenstelling van het door drinkwaterbedrijven verwerkte grondwater

Voor een uitvoerige beschouwing over de samenstelling van het in de Nederlandse bodem voorkomende grondwater ontbreekt mij de tijd. Belangstellenden kunnen worden verwezen naar de studies die over dit onderwerp zijn gepubliceerd [3, 4]. Wat ons in het bijzonder interesseert is de samenstelling van het grondwater dat in Nederland tot drinkwater wordt verwerkt. Het gaat dan om een zeer bepaalde selectie uit het aanwezige grondwater, d.w.z. uit de beschikbare grondwatersoorten heeft men het water gekozen, dat het meest geschikt is voor drinkwaterbereiding. Dit betekent bijv. dat zilt grondwater buiten beschouwing blijft.

Gegevens over de samenstelling van het door Nederlandse bedrijven gebezigde grondwater kunnen worden geput uit de door de VEWIN gepubliceerde statistische overzichten. De laatste uitgave, uitgekomen in 1970 [5] bevat echter de weinig recente resultaten van analyses die in 1968 zijn verricht. Met toestemming van dr. J. H. Dewaide, Hoofd van de Sector Water van de Inspectie van de Volksgezondheid kon ik echter gebruik maken van de resultaten van de analyses die het Rijksinstituut voor

de Volksgezondheid in 1975 maakte van het water van 220 grondwaterpompstations. Geheel representatief voor de samenstelling van het in 1975 verwerkte water zijn deze gegevens niet. Het gaat immers slechts om één analyse per pompstation en bovendien is niet bekend aan welke onderlinge verhouding elk pompstation tijdens de bemonstering water onttrok. Tesaamen geven de cijfers echter toch een indruk van de samenstelling van het grondwater dat in 1975 in bewerking werd genomen. Een statistische bewerking van deze gegevens leverde het volgende resultaat:

Vaste stoffen (droogrest) en geleidingsvermogen voor de elektriciteit (EG) (afb. 1)

Droogrest (in mg/l) en EG (in micro-Siemens per cm) zijn door een faktor van omstreeks 1,4 met elkaar verbonden. $EG \approx 1,4 \times \text{droogrest}$. Beide grafieken geven dan ook een zelfde beeld.

Zelfs het water met de hoogste droogrest (928 mg/l) voldoet nog aan de eis dat drinkwater niet meer dan 1000 mg vaste stof per liter mag bevatten. Kiest men als aanvaardbare grenswaarde 500 mg/l dan verwerken slechts 12,2 %

van de pompstations water met een hoger gehalte aan vaste stof. Het lage zoutgehalte van het in bewerking genomen water hangt direkt samen met de hoge kosten verbonden aan ontzouting. Bij het zoeken naar water zal de keuze daarom altijd vallen op een water met zo weinig mogelijk opgeloste vaste stof. Dat echt zoutarm grondwater in Nederland overigens niet overvloedig voorkomt, blijkt uit het feit dat 69,2 % van de pompstations water moet verwerken dat meer vaste stof bevat dan de 200 mg/l die volgens de US Goals for Drinking Water [6] een wenselijke grenswaarde zou zijn.

Ammoniumgehalte (afb. 2)

Volgens de aanbevelingen van de VEWIN [7] behoort het gehalte aan ammonium-ion van drinkwater kleiner te zijn dan 0,2 mg/l en bij voorkeur kleiner dan 0,05 mg/l. Aan deze laatste eis voldoet het ruwe water van slechts 31,0 % per pompstations; 56,4 % verwerkt zelfs water met meer dan 0,2 mg/l. Als hoogste waarde werd 10,5 mg NH₄/l gevonden. Verwijdering van het ammonium is dus in veel gevallen noodzakelijk.

IJzergehalte (afb. 3)

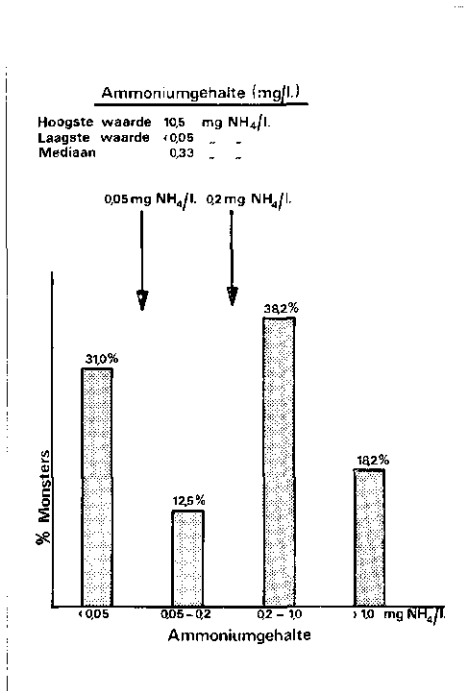
Niet minder dan 82,8 % der pompstations verwerkt water met een ijzergehalte dat groter is dan de door de VEWIN [7] voor drinkwater aanbevolen grenswaarde van 0,1 mg Fe/l. De hoogste waarde bedroeg 13,4 mg/l. Een verwijdering van dit ijzer is in veel gevallen noodzakelijk.

Hardheid (afb. 4)

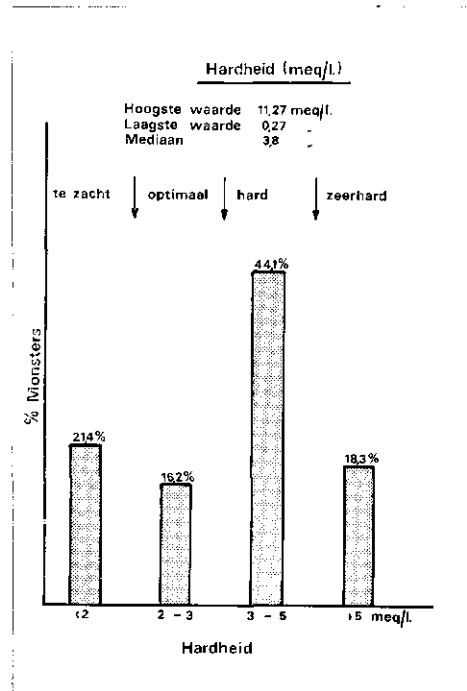
Slechts 16,2 % van de pompstations verwerkt water met de door het KIWA-rapport [8] optimaal genoemde hardheid van 2 - 3 meq/l. Te hard water wordt door 62,4 % van de pompstations gewonnen terwijl het water van 21,4 % andere te zacht is. Het is niet verwonderlijk dat de drinkwater-technologen staan te popelen om de samenstelling van het water door óntharding of ópharding te optimaliseren, maar zo lang de vage vermoedens over een mogelijke (geringe) invloed van de drinkwater-samenstelling op de oversterfte aan hart- en vaatziekten niet grondig zijn getoetst, zal het verstandig zijn de pas wat te markeren.

Andere gegevens

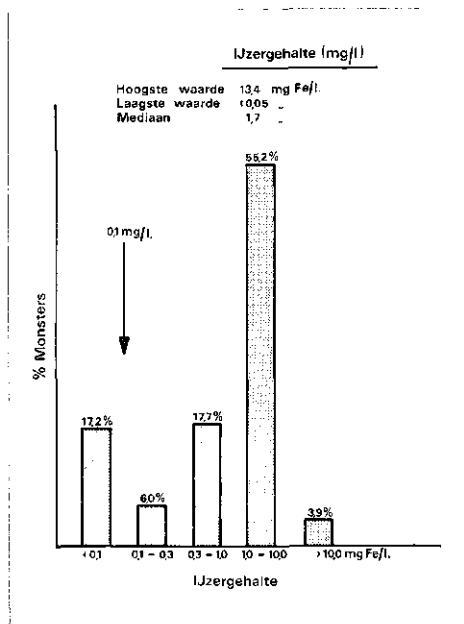
	Hoogste waarde	Laagste waarde	Mediaan
Mangaan (mg/l)	2,0	0,03	0,15
Permanganaat (mg/l)	48	1	7
Kleur (mg Pt/l)	37	1	8



Afb. 2 - Ammoniumgehalte van het grondwater van 220 pompstations. (Onderzoek RIV 1975.)



Afb. 4 - Hardheid van het grondwater van 220 pompstations. (Onderzoek RIV 1975.)



Afb. 3 - IJzergehalte van het grondwater van 220 pompstations. (Onderzoek RIV 1975.)

6. Kwaliteitsbescherming

Uit het voorgaande blijkt, dat het door de pompstations bewerkte grondwater in het algemeen van een redelijke kwaliteit is, maar dikwijls een zekere behandeling behoeft. Deze behandeling, waarover u vandaag het nodige te horen krijgt, kan uit verschillende bewerkingen bestaan; ze zijn in het algemeen wat eenvoudiger dan de processen die nodig zijn voor de bereiding van drinkwater uit oppervlaktewater. Wij moeten daarom zuinig zijn met ons

grondwater en er vooral voor waken, dat de huidige kwaliteit ook in de toekomst blijft gehandhaafd. Het zal goed zijn daarbij in gedachten te houden dat wij met 13½ miljoen zeer actieve Nederlanders boven op het biologisch filter leven dat de kwaliteit van ons grondwater moet handhaven. Tot op heden heeft dit filter voortreffelijk gefunctioneerd maar het is geheel open en daardoor toegankelijk voor allerlei besmettingen.

Welke zijn nu die besmettingen die de grondwaterkwaliteit kunnen schaden? Gewoontegetrouw denken we natuurlijk in de eerste plaats aan *fekaliën* en *ziektekiemen* maar de vrees voor deze microbiologische verontreinigingen behoeft niet overmatig groot te zijn. Het filtratieproces in de Nederlandse bodem verloopt zo doelmatig dat pathogene kiemen weinig kans maken om door te dringen tot de formaties waaruit het voor de consumptie bestemde grondwater wordt gewonnen.

Een bedreiging van ernstiger aard vormt het *zout* in de kustgebieden.

Dit is ook het geval met diverse *aardolieprodukten*. Lekkende olietanks en ongevallen bij het transport van deze stoffen bedreigen de kwaliteit van ons grondwater. Dank zij de fijnkorreligheid van onze gronden is de migratiesnelheid van de olie in de Nederlandse bodem gering, maar de oliebel bij Wezep heeft wél een minder plezierige situatie geschapen.

Stortplaatsen van *rioolslib* en van *huishoudelijke en industriële afvalstoffen* kunnen

de grondwaterkwaliteit eveneens schaden. Naar ik meen zal ir. Venhuizen u daarover nog uitvoerig inlichten.

Gevaarlijk kunnen ook in land- en tuinbouw gebezigde *bestrijdingsmiddelen* zijn. Het gebruik van deze stoffen wordt daarom in waterwingebieden slechts bij uitzondering toegestaan.

Een combinatie van deze middelen met een waterwinning is in beginsel niet mogelijk. Wil men om bijzondere redenen bestrijdingsmiddelen blijven gebruiken dan moet, zoals thans bijvoorbeeld te Hillegom het geval is, het waterwingebied worden prijsgegeven. Behalve deze bestrijdingsmiddelen is er tenslotte de immense verzameling van *industriële produkten en afvalstoffen* die zich in het milieu verspreiden en waarvan sommige op den duur wellicht tot het grondwater zullen doordringen. Het gedrag van deze verbindingen in de bodem wordt thans bestudeerd en de te verzamelen kennis zal de basis voor het toekomstige beleid moeten vormen.

Op het ogenblik kan men niet veel meer doen dan het beperken van bepaalde activiteiten binnen waterwingebieden. Het beschermen van dergelijke gebieden is vaak niet gemakkelijk, ik herinner u aan de strijd van de Haagse Duinwaterleiding tegen de aanleg van de provinciale weg door haar wingebied. Het is een zware strijd geweest maar zij was ten volle waard om te worden gestreden!

Literatuur

1. Geirnaert, W., *Het optreden van kationen-uitwisseling in grondwater*. H₂O 4 (1971) 118.
2. Zuurdeeg, B. W., *De magische sluier om mineraal- en thermaal water*. Chem. Weekbl. 1975 (42) p. 12.
3. Geirnaert, W., *The hydrology and hydrochemistry of the lower Rhine fluvial plain*. Leidse Geol. Meded. 1973.
4. Meinardi, C. R., *De chemische samenstelling van het grondwater in het gebied van de Grote Rivieren*. H₂O 6 (1973) 484.
5. VEWIN, *Statistisch Overzicht der Waterleidingen in Nederland over de jaren 1964 t/m 1967*. Rijswijk 1970.
6. *Quality Goals for Potable Water*. Statement of Policy adopted by the Board of Directors AWWA. JAWWA 60 (1968) 1317.
7. VEWIN, *Aanbevelingen bij het Waterleidingbesluit*, 1962.
8. KIWA, *Rapport Centrale Ontharding*, 1972.

